



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

**GUSTAVO TEIXEIRA LOIOLA DE ALENCAR**

**UM ESTUDO DE TEMPOS PARA ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA**  
**DE PRODUÇÃO NUMA FÁBRICA DE PÁS EÓLICAS**

**FORTALEZA**

**2014**

GUSTAVO TEIXEIRA LOIOLA DE ALENCAR

**UM ESTUDO DE TEMPOS PARA ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA  
DE PRODUÇÃO NUMA FÁBRICA DE PÁS EÓLICAS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- A353e Alencar, Gustavo Teixeira Loiola de.  
Um estudo de tempos para elaboração do cronograma de produção numa fábrica de pás eólicas / Gustavo Teixeira Loiola de Alencar. – 2014.  
48 f.: il., color., enc.; 30 cm.
- Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2014.  
Orientação: Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.
1. Estudo de tempos. 2. Plano de produção. 3. Processo de trabalho. I. Título.

---

CDD 658.51

GUSTAVO TEIXEIRA LOIOLA DE ALENCAR

**UM ESTUDO DE TEMPOS PARA ELABORAÇÃO DO CRONOGRAMA  
DE PRODUÇÃO NUMA FÁBRICA DE PÁS EÓLICAS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes.

Aprovada em: 02/06/2014.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Me. Abraao Freires Saraiva Júnior

Universidade Federal do Ceará (UFC)

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de tempos em um dos setores de uma fábrica de pás eólicas, com o objetivo de propor um plano de produção buscando maximizar a utilização do tempo de produção mantendo a qualidade. A pesquisa realizada nesse trabalho foi de natureza aplicada, com uma abordagem quantitativa e procedimento técnico de estudo de caso. Os ciclos cronometrados foram amostras não probabilísticas intencionais e a forma de observação desses ciclos foi a observação sistemática na vida real. A primeira etapa do trabalho foi a divisão do processo de trabalho em elementos menores, bem definidos. Em seguida, propôs-se o número de ciclos a serem cronometrados para os elementos, como forma de garantir tempos padrão confiáveis. A próxima etapa foi a definição dos coeficientes de repouso a serem aplicados no setor em estudo. Com o estudo pronto para ser iniciado, acompanhou-se a execução do trabalho, mediu-se o tempo de realização e avaliou-se o ritmo do trabalhador. Com essas informações, padronizaram-se os tempos de operação conforme a literatura descrita. Por fim, propôs-se um cronograma de produção que atende tanto às necessidades da gerência, quanto às necessidades do trabalhador, contribuindo para a melhoria das condições de trabalho da empresa, ao mesmo tempo em que mantém-se a produtividade desejada. Como projeto piloto, os resultados atingidos foram aprovados pela direção da empresa e o estudo foi expandido para os outros setores.

**Palavras-chave:** Estudo de Tempos, Tempo-padrão, Métodos, Cronograma de Trabalho.

## **ABSTRACT**

This paper discusses the implementation of a time study in one sector of a wind blade factory, with the objective of proposing a production plan, seeking to maximize the use of production time while maintaining quality. The nature of the research done in this paper is applied, with a quantitative approach and technical procedure of case study. Timed cycles were intentional non-probabilistic samples and the way used to observe these cycles was systematic observation in real life. The first step was the division of the job into smaller elements well defined. Then, it was proposed the number of cycles that needed to be measure to be able to standardize time. The next step was to define the allowances to be given in the sector under study. Then, the study was initiated and the time to complete the elements was measured. Also, the pace of work was determined. With all the information collected, the time to complete the elements of the job was standardized as described in the literature. Finally, we proposed a production schedule that meets both the needs of management, as the needs of the worker, contributing to the improvement of working conditions of the company, while maintaining the desired productivity. As a pilot project, the results were approved by the company and the study was expanded to the other sectors.

**Key-words:** Time study, Standard Time, Methods, Work Schedule.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>06</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização.....</b>	<b>06</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>06</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>07</b>
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo Geral .....</i>	<i>07</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>07</i>
<b>1.4</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>07</b>
<b>1.5</b>	<b>Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>08</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>09</b>
<b>2.1</b>	<b>Estudo dos Tempos .....</b>	<b>09</b>
<b>2.2</b>	<b>Cronoanálise .....</b>	<b>10</b>
<i>2.2.1</i>	<i>Elementos e Subelementos .....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.2</i>	<i>Número de Ciclos .....</i>	<i>11</i>
<i>2.2.3</i>	<i>Registro do Tempo .....</i>	<i>14</i>
<i>2.2.4</i>	<i>Avaliação de Ritmo .....</i>	<i>17</i>
<i>2.2.5</i>	<i>Tempo Normal .....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.6</i>	<i>Tolerâncias .....</i>	<i>22</i>
<i>2.2.7</i>	<i>Tempo-Padrão .....</i>	<i>31</i>
<b>3.</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>O Processo .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Estudo de Tempos .....</b>	<b>33</b>
<i>3.2.1</i>	<i>Coleta e Registro de Informações .....</i>	<i>33</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Elementos e Subelementos .....</i>	<i>36</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Determinação do Número de Ciclos Utilizados .....</i>	<i>38</i>
<i>3.2.4</i>	<i>Avaliação de Ritmo .....</i>	<i>38</i>
<i>3.2.5</i>	<i>Determinação das Tolerâncias .....</i>	<i>38</i>
<i>3.2.6</i>	<i>Cálculo do Tempo – Padrão .....</i>	<i>40</i>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contextualização**

A necessidade de cumprimento de prazos cada vez mais acirrados impulsiona a indústria a pesquisar e aprimorar maneiras de controle de suas operações diárias.

Esta necessidade de controle de operações exige que a empresa tenha seus processos padronizados e organizados de maneira que possam ser cumpridos com o máximo de aproveitamento de mão de obra e o mínimo de esforço para o trabalhador.

Um dos métodos utilizados para a organização dos processos é a cronoanálise. Este método é capaz de determinar o tempo necessário para que o operador realize determinada atividade e gera dados confiáveis para o estabelecimento de um cronograma de produção e, por este motivo, foi foco de estudo neste trabalho.

O estudo realizado foi feito em uma indústria de fabricação de pás eólicas. Os conceitos e técnicas apresentadas serviram para a elaboração de um trabalho que permitiu a empresa atingir seus objetivos de produção diária e beneficiar-se com a melhor organização das atividades do setor, com a redução do número de horas extras e o aumento na confiabilidade dos seus prazos.

### **1.2 Justificativa**

A empresa estudada atua no ramo de fabricação de pás eólicas e possui sua produção baseada em encomenda, com prazos e custos definidos em contratos previamente assinados. Sendo assim, o cumprimento dos prazos com os menores custos de produção é um objetivo que precisa ser controlado diariamente e prioridade para a empresa.

No caso da implantação de um novo sistema, a gerência da fábrica precisa de dados para montar sua estratégia de negócio e poder identificar sua real capacidade produtiva. Alguns desses dados são o tempo de produção da pá eólica e seus componentes e a mão de obra necessária para a produção no tempo estabelecido. Com esses dados, a empresa pode organizar a sua produção de modo a maximizar a utilização do tempo de produção e manter a qualidade da produção com o mínimo de mão de obra que atenda as necessidades tanto da empresa quanto da legislação trabalhista.

Na empresa em questão, os processos foram alterados com a introdução de um novo modelo de pá eólica e não havia determinação dos tempos de trabalho, assim, os



operadores não conseguiam controlar o seu horário de trabalho e eram obrigados a realizar horas extras aos finais de semana para compensar o atraso acumulado na semana. Este atraso geram um aumento nos custos de produção e uma redução na confiabilidade no cumprimento de prazos de entrega.

Portanto, a determinação dos tempos das atividades faz-se necessária e foi realizada no decorrer do trabalho.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo Geral***

O objetivo geral desse trabalho é propor um plano de produção para o setor de Acabamento de uma empresa de manufatura de pás eólicas a partir do estudo de tempos buscando maximizar a utilização do tempo de produção mantendo a qualidade.

#### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

Como objetivos específicos têm-se:

- a) Definição dos tempos-padrão para as operações do setor Acabamento do modelo B de pá;
- b) Elaboração do cronograma do setor Acabamento;

### **1.4 Metodologia**

Conforme Silva e Menezes (2005), a pesquisa realizada nesse trabalho classifica-se como sendo de natureza aplicada, com uma abordagem quantitativa e procedimento técnico de estudo de caso.

A realização desse trabalho deu-se com o estudo da teoria que envolve a análise do tempo, o estudo da fabricação de pás eólicas e com a aplicação da teoria na forma de estudo de caso.

O estudo da teoria baseou-se na busca por conhecimento na área de produção de pás eólicas, a partir de treinamentos na área, e por conhecimento na área de métodos e estudo de tempos, com pesquisa em livros, artigos e monografias. Buscou-se conhecimento das

etapas dos processos a serem medidos durante o trabalho, com o estudo das instruções de trabalho e entrevistas com os operários.

Para o estudo de caso, utilizou-se da folha de processos e do cronômetro digital como instrumentos de registro e coleta de dados dos tempos de trabalho. As avaliações de ritmo foram realizadas com o método da análise da velocidade e as concessões de tempo com o uso de valores tabelados para condições ambientais e necessidades pessoais.

Segundo Silva e Menezes (2005), pode-se classificar os ciclos cronometrados como sendo amostras não probabilísticas intencionais e a forma de observação desses ciclos como observação sistemática na vida real.

Compilou-se os dados em planilhas de Excel e padronizou-se os tempos. Posteriormente, organizou-se os elementos cronometrados para elaborar o cronograma de produção do setor.

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

A presente monografia encontra-se dividida em quatro capítulos que desenvolvem toda a metodologia e a aplicação de um estudo de tempos. Além do capítulo inicial, no qual encontra-se a contextualização do estudo, a justificativa para o trabalho, os objetivos almejados e a metodologia de pesquisa, tem-se outros três capítulos que tratam do referencial teórico do trabalho, do estudo de caso e dos resultados apresentados.

No segundo capítulo, que trata do referencial teórico, são traçados os alicerces que fundamentam o estudo de caso. Neste, são discutidos os métodos utilizados para a abordagem do problema de cronoanálise, bem como os valores que devem ser utilizados como referência para a determinação de números de ciclos cronometrados, avaliação de ritmo e tolerância, entre outros.

O terceiro capítulo é a aplicação da abordagem apresentada no capítulo anterior. São descritas as atividades realizadas, as adaptações da teoria para a prática e os valores encontrados com a implantação do estudo de caso.

No último capítulo, os objetivos do trabalho são confrontados na conclusão do trabalho.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Estudo dos Tempos

Conforme Costa Junior (2008, p.73), “os primeiros estudos sobre o tempo no universo organizacional foram implementados por Frederick W. Taylor, cujo objetivo era padronizar o trabalho e determinar os tempos de operação.”.

Para Taylor (1990, p.25), “ninguém ousará negar que o indivíduo atinge sua maior prosperidade, isoladamente, quando alcança o mais alto grau de eficiência, isto é, quando diariamente consegue o máximo rendimento.”. Como causas da redução da eficiência, Taylor (1990, p.30) cita o “sistema defeituoso da administração”, no qual afirma que a “ignorância do patrão a respeito dos tempos para realizar os trabalhos auxilia o operário no propósito de diminuir duas possibilidades de produção”.

Para Barnes (1977, p.263), “o estudo de movimentos e tempos é o sistema mais preciso que conhecemos atualmente para medir os resultados do trabalho”.

Silva e Coimbra (1980, p.43) definem o estudo de tempos como “um procedimento para se determinar a quantidade de tempo requerido, sob certas condições de medida-padrão, para tarefas que implicam alguma atividade humana”.

Mundel (1966) destaca alguns objetivos do estudo de tempos:

- a) Para estabelecer Programas de Produção;
- b) Para determinar padrões de custo;
- c) Para determinar objetivos da Supervisão;
- d) Para determinar a realidade da operação;
- e) Para estabelecer padrões de mão de obra;
- f) Para determinar o número de máquinas com que uma pessoa pode operar;
- g) Para dividir o trabalho de grupos, coordenado ou em sequência;
- h) Para comparar métodos;
- i) Para determinar os requisitos do equipamento e mão de obra;
- j) Para proporcionar uma base para estabelecer preços por peça ou salários incentivos.

## 2.2 Cronoanálise

Silva e Coimbra (1980) citam alguns métodos que podem ser utilizados para a obtenção dos tempos de operação de uma máquina:

- a) Tempos históricos, estimados e calculados;
- b) Cronometragens (estudo de tempos);
- c) Dados-padrão;
- d) Tempos predeterminados ou sintéticos;

Para Niebel e Freivalds (2009), o uso de estimativas é uma forma simples, porém pouco eficiente de medição de trabalho, uma vez que é improvável que um indivíduo consiga de forma consistente precisar o tempo de operação apenas pela observação da mesma. Fullmann (1975) afirma que essa técnica resulta em tempos previstos irregulares, muito longos ou curtos.

Conforme Niebel e Freivalds (2009), o uso de dados históricos informa o tempo em que o trabalho levou para ser realizado, mas não em quanto tempo ele deveria ter levado. Ainda segundo o autor previamente citado, dados históricos apresentam desvios consistentes de até 50% para a mesma operação do mesmo trabalho.

Segundo Silva e Coimbra (1980, p.43), “o estudo de tempos por cronometragem é a técnica de medida do trabalho mais comumente utilizada nas indústrias para o estabelecimento dos tempos-padrão”.

Para Niebel e Freivalds (2009), define-se como dia justo de trabalho aquele em que um trabalhador qualificado, trabalha com um ritmo-padrão e efetivamente utiliza o seu tempo onde o trabalho não é limitado pelo processo.

Através da cronoanálise, busca-se obter o tempo de operação para que o trabalhador possa trabalhar em regime de “dia justo de trabalho”.

### 2.2.1 Elementos e Subelementos

Para Peroni (1980, p. 15), “o estudo dos tempos e movimentos exige, sempre que possível, a padronização dos produtos, dos materiais e dos meios de produção”. Têm-se, portanto, a necessidade de detalhar o processo de uma maneira padronizada e, segundo Barnes (1977, p.281), “uma das melhores maneiras para se descrever uma operação é subdividi-la em um número definido de elementos mensuráveis e descrever cada um deles separadamente”.

Para Mundel (1966, p.340), “o uso de uma subdivisão em elementos, [...], facilita a medição do tempo, a comparação dos tempos com os de outras tarefas, a avaliação dos dados e o uso posterior dos tempos para padrões sintetizados”. Barnes (1977) acrescenta a vantagem de se poder avaliar o ritmo do operador para cada elemento, obtendo-se uma medida mais confiável.

Tem-se de Mundel (1966) alguns critérios para a determinação e separação dos elementos:

- a) Um ponto final facilmente detectável e definido;
- b) Tão pequeno quanto seja conveniente ao tempo;
- c) Tão unificado quanto seja possível;
- d) O tempo manual deve ser separado do tempo da máquina;
- e) O tempo interno deve ser separado do tempo externo;
- f) Os elementos constantes devem ser separados dos elementos variáveis;
- g) Os elementos regulares e irregulares devem ser separados.

Por fim, chega-se a definição de elemento dada por Silva e Coimbra (1980, p.81) em que afirma que “elemento é uma pequena subdivisão de um ciclo de trabalho ou de uma operação, possuindo um ponto de início e fim bem definido, que pode ser descrito e medido com precisão”.

## ***2.2.2 Número de Ciclos***

### *2.2.2.1 Critérios*

Barnes (1977, p. 284) defende que “o estudo de tempos é um processo de sondagem; conseqüentemente, quanto maior o número de ciclos cronometrado tanto mais representativos serão os resultados obtidos para a atividade em estudo”.

Existem alguns fatores que influenciam no número de observações que se deve coletar em um estudo de caso. Costa e Silva (1980) destaca o grau de precisão desejado, o efetivo de mão de obra, isto é o número de operários diferentes executando a mesma operação, particularidades do processo e a presença de elementos irregulares como critérios a serem observados.

Para Fullmann (1975, p. 101), “o número de ciclos, durante os quais uma tarefa deve ser observada, varia em função direta do tamanho das irregularidades que intervenham

nos tempos dos diversos elementos”. Também para o autor, o número de ciclos cronometrados depende do grau de precisão desejado e quanto maior o número de trabalhadores executando a mesma tarefa, maior a precisão requerida e maior o número de ciclos.

#### 2.2.2.2 Métodos para a determinação do número de ciclos

##### 2.2.2.2.1 Métodos Práticos

Os métodos práticos baseiam-se no uso de tabela pré-determinadas para a identificação do número de ciclos. Niebel e Freivalds (2009) apresentam a tabela 1 elaborada pela *General Electric* como um guia aproximado do número de ciclos. Nesta tabela, o tempo de ciclo em minutos está diretamente relacionado ao número de ciclos recomendados.

Tabela 1 – Número de ciclos recomendados

Tempo de Ciclo (min)	Número de ciclos recomendados
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 – acima	3

Fonte: Adaptado de Niebel e Freivalds (2009)

Em Silva e Coimbra (1980), tem-se um método prático que se baseia no tempo médio e na amplitude de um grupo de medições (5 ou 10) para a determinação do número de amostragens com o uso de uma tabela. Na tabela 2, R representa a amplitude (diferença entre o maior e menor valor),  $\bar{x}$  a média das medições, 5 e 10 a quantidade de medições. Nota-se que para um mesmo valor de  $R/\bar{x}$ , uma maior amostra implica em uma menor quantidade de medições.

Tabela 2 – Número de Amostragens

Dados de Amostra de			Dados de Amostra de			Dados de Amostra de		
$R/\bar{x}$	5	10	$R/\bar{x}$	5	10	$R/\bar{x}$	5	10
0.10	3	2	0.42	52	30	0.74	162	93
0.12	4	2	0.44	57	33	0.76	171	98
0.14	6	3	0.46	63	36	0.78	180	103
0.16	8	4	0.48	68	39	0.80	190	108
0.18	10	6	0.50	74	42	0.82	199	113
0.20	12	7	0.52	80	46	0.84	209	119
0.22	14	8	0.54	86	59	0.86	218	125
0.24	17	10	0.56	93	53	0.88	229	131
0.26	20	11	0.58	100	57	0.90	239	138
0.28	23	13	0.60	107	61	0.92	250	143
0.30	27	15	0.62	114	65	0.94	261	149
0.32	30	17	0.64	121	69	0.96	273	156
0.34	34	20	0.66	129	74	0.98	284	162
0.36	38	22	0.68	137	78	1.00	296	169
0.38	43	24	0.70	145	83			
0.40	47	27	0.72	153	88			

Fonte: Silva e Coimbra (1980)

#### 2.2.2.2.2 Métodos Estatísticos

Segundo Niebel e Freivalds (2009, p. 422, tradução nossa), “como o estudo de tempos é um procedimento amostral, pode-se assumir que as observações são normalmente distribuídas com uma média populacional desconhecida e uma variância desconhecida”. Baseia-se nesse conceito a demonstração das fórmulas estatísticas apresentadas adiante.

Barnes (1977) apresenta a seguinte fórmula para o cálculo do número de ciclos quando se deseja prever um tempo com erro relativo de  $\pm 5$  e 95 % de confiança:

$$N' = \left( \frac{40\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (1)$$

E para erro relativo de  $\pm 10$  e 95 % de confiança:

$$N' = \left( \frac{20\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (2)$$

Tem-se que:

- a) N' é ao número de ciclos necessários para o processo;
- b) N o número de ciclos analisados até o momento;
- c) X o valor de cada medição.

Caso N' seja maior que N, deve-se prosseguir com as medições até igualar os valores.

Niebel e Freivalds (2009) apresentam um modelo estatístico alternativo para esse cálculo:

$$N = \left( \frac{ts}{k\bar{x}} \right)^2 \quad (3)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Tem-se que:

- a) N representa o número de ciclos a serem medidos;
- b) t corresponde ao valor da distribuição de Student para os graus de liberdade e níveis de confiança desejados na medição;
- c) s é o desvio-padrão,  $\bar{x}$  é a média das medições a serem analisadas e k é o erro relativo.

### **2.2.3 Registro do Tempo**

Segundo Mundel (1966, p. 338), “um registro adequado da prática padrão também incrementa o valor do estudo de tempos para a determinação eventual dos valores de tempos para padrões sintetizados”. O autor afirma que o tempo padrão não registrado adequadamente eventualmente resultará em injustiça.

Costa Júnior (2008) cita o cronômetro, a folha de registro e a filmadora como ferramentas utilizadas no registro do tempo. Para o autor, a filmadora permite o estudo das operações e o registro histórico do estudo. Além disso, tem-se que o registro visual da filmadora pode ser utilizado como registro das anomalias encontradas na execução da tarefa. Utiliza-se do cronômetro para acompanhamento do tempo de execução da atividade e da folha de registro para a anotação dos dados pertinentes ao estudo, como a sequência de operações, os tempos cronometrados e os cálculos dos tempos padrões.



### 2.2.3.1 Cronômetro

Barnes (1977) apresenta a leitura do cronômetro dividida em forma contínua, acumulada ou de modo repetitiva com a zeragem do cronômetro. Cada método possui suas vantagens e cabe ao analista decidir o que apresenta melhores resultados para o processo estudado.

Segundo Silva e Coimbra (1980), em uma leitura contínua, o observador inicia o cronômetro no início do primeiro elemento e o mantém funcionando durante todo o processo. Ao final de cada elemento, o observador registra o tempo na folha de cronometragem. Conforme Barnes (1977), o tempo de cada elemento é tomado pela subtração dos tempos finais de elementos adjacentes. Niebel e Freivalds (2009) ressaltam que o método contínuo é o melhor adaptado para medir e registrar elementos curtos, pois conforme Silva e Coimbra (1980), como se tem a marcação dos tempos globais, os erros de leitura sobre cada elemento se compensam.

Segundo Barnes (1977), em uma leitura acumulada, faz-se necessário o uso de dois cronômetros conectados por um mecanismo que ao encerrar a medição de um elemento em um cronômetro, o segundo cronômetro automaticamente inicia a marcação do elemento seguinte. Para Silva e Coimbra (1980), como os ponteiros não estão em movimento no momento da leitura do cronômetro, os valores dos tempos são lidos mais facilmente e com maior precisão.

Conforme Silva e Coimbra (1980), em uma leitura repetitiva, retornam-se ao zero os ponteiros do cronômetro ao final de cada elemento. Para Barnes (1977, p. 283), “a principal vantagem do método repetitivo sobre o método contínuo é que o tempo de observação para cada elemento é visível na folha de observações e, assim, o analista de estudo de tempos pode notar as variações nos valores enquanto faz o estudo”. Conforme Niebel e Freivalds (2009), entre as desvantagens da leitura repetitiva está o fato de que ela encoraja a remoção de elementos individuais da operação, como atrasos ou fatores externos, gerando leituras incorretas. Ainda de acordo com o autor previamente citado, alguns analistas acreditam que o modelo de leitura repetitiva está mais adaptado para processos com elementos longos, enquanto o modelo de leitura contínua para processos com tempo de ciclo curtos.

### 2.2.3.2 A Folha de Observações

Segundo Barnes (1977, p. 276), “a folha de observações é um impresso com espaços reservados para o registro das informações referentes à operação em estudo”. De acordo com Fullmann (1975), a folha de processo deve conter informações como:

a) Identificação:

- Número da peça ou conjunto;
- Designação no ciclo operativo;
- Número da máquina e ferramentas;
- Número da seção ou fábrica;
- Identificação do operário;
- Número de referência da cronometragem;
- Indicação de folhas;
- Data e hora do levantamento;
- Nome do analista.

b) Indicação relativa aos tempos:

- Nome de cada elemento;
- Avaliação de ritmo;
- Leituras do cronômetro
- Indicação de anomalias.

c) Indicação das condições de trabalho.

Para Fullmann (1975), pelo menos em parte essas informações devem estar contidas na folha de observações. Deve-se anotar o máximo possível de dados, pois de acordo com Niebel e Freivalds (2009, p. 411), “fornecer informações a mais sobre o trabalho estudado é melhor do que fornecer informação a menos”.

Taylor *apud* Silva e Coimbra (1980), diz que: “Ao fazer observações de tempos, o observador não deve confiar em sua memória. Todos os detalhes, mesmo aqueles que parecem evidentes, devem ser registrados com precisão”.

Assim, Silva e Coimbra (1980) afirma que o registro das leituras deve ser feito de forma precisa, rápida e concisa, para não interferir na avaliação do ritmo do operário e permitir que o analista acione o cronômetro no exato momento da mudança de elemento.

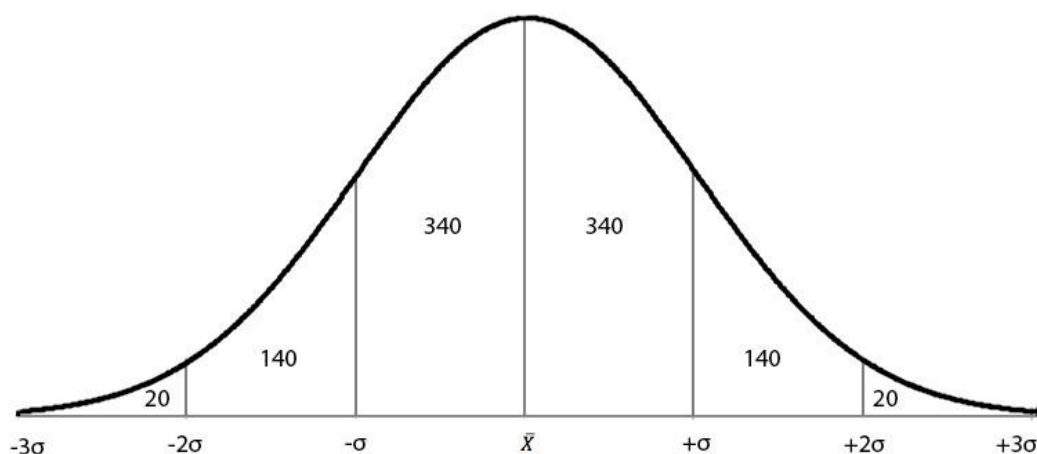
### 2.2.4 Avaliação de Ritmo

De acordo com Fullmann (1975), tem-se que um grupo de pessoas executando uma determinada atividade apresentam seus tempos de execução distribuídos em uma lei normal. A figura 1 mostra esta distribuição normal para a execução do trabalho para um grupo de 1000 pessoas. Silva e Coimbra (1980) acrescentam a essa ideia o fato que os limites para atividades físicas e mentais, excluídas raras exceções, apresentam uma relação de 2 para 1 entre o maior e o menor tempo de execução. Fullmann (1975) completa o raciocínio afirmando que a variação do tempo entre operários decorre, entre outros motivos, da diferença de aptidão entre os indivíduos, da motivação para realizar a tarefa e da própria vontade do operário em trabalhar. Por essa razão, Barnes (1977) afirma que a fase mais importante e mais difícil do estudo de tempo é a avaliação de ritmo.

Necessita-se, então, definir o que seria a avaliação de ritmo. Para Silva e Coimbra (1980, p. 128), “avaliação de ritmo é o processo mental durante o qual o cronometrista compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal, o qual é definido e determinado de acordo com padrões universais de desempenho”.

Para Niebel e Freivalds (2009), o padrão de avaliação de um elemento é o tempo de execução de um “operador qualificado”. Do autor, entende-se como operador qualificado um “operário experiente, trabalhando em condições usuais de trabalho, em um ritmo que não seja nem rápido e nem lento, mas representativo de um ritmo que possa ser mantido por todo o dia.” (Niebel e Freivalds, 2009, p. 425, tradução nossa).

Figura 1 – Distribuição esperada do trabalho de 1000 pessoas selecionadas aleatoriamente.



Fonte – Adaptada de Niebel e Freivalds (2009)

Para Niebel e Freivalds (2009), deve-se avaliar o ritmo durante a execução da tarefa e este valor não pode ser modificado. Porém, não se pode afirmar que a avaliação sempre é correta. Assim, ao longo dos anos, desenvolveram-se métodos para reduzir a subjetividade das avaliações e, com isso, minimizar a possibilidade de erros de avaliação. Pode-se citar o sistema *WestingHouse*, a avaliação sintética do ritmo, a avaliação objetiva do ritmo, e a avaliação da velocidade como métodos de avaliação de ritmo.

#### 2.2.4.1 Sistema *WestingHouse* para avaliação do ritmo

De acordo com Niebel e Freivalds (2009), O sistema *WestingHouse* para avaliação de ritmo foi desenvolvido na *WestingHouse Electric Corporation* e é baseado na avaliação de quatro fatores: habilidade, esforço, condições e consistência. O analista então avalia desempenho do operador conforme a tabela 3 e determina o fator de ritmo do trabalho.

Tabela 3 – Valores para os fatores do Sistema *WestingHouse*

Habilidade			Esforço		
+ 0,15	A1	Super-hábil	+ 0,13	A1	Excessivo
+ 0,13	A2		+ 0,12	A2	
+ 0,11	B1	Excelente	+ 0,10	B1	Excelente
+ 0,08	B2		+ 0,08	B2	
+ 0,06	C1	Bom	+ 0,05	C1	Bom
+ 0,03	C2		+ 0,02	C2	
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
- 0,05	E1	Regular	- 0,04	E1	Regular
- 0,10	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	Fraco	- 0,12	F1	Fraco
- 0,22	F2		- 0,17	F2	
Condições			Consistência		
+ 0,06	A	Ideal	+ 0,04	A	Perfeita
+ 0,04	B	Excelente	+ 0,03	B	Excelente
+ 0,02	C	Boa	+ 0,01	C	Boa
0,00	D	Média	0,00	D	Média
- 0,03	E	Regular	- 0,02	E	Regular
- 0,07	F	Fraca	- 0,04	F	Fraca

Fonte: Barnes (1977)

O sistema define **habilidade** como sendo a “proficiência em seguir um método estabelecido” Niebel e Freivalds (2009), e ressalta que a habilidade é aumentada com o tempo, como consequência da adaptação do operário ao trabalho.

**Esforço** é definido como a “demonstração do desejo de trabalhar com habilidade” Niebel e Freivalds (2009), e não deve ser confundido com a falta de esforço do operador em exercer sua função como forma de aumentar o tempo de ciclo do processo.

Conforme Niebel e Freivalds (2009), as **condições** referem-se às condições do ambiente de trabalho e incluem a temperatura, ventilação, iluminação e barulho. Assim, no caso das condições ambientais piorarem, é de se esperar uma diminuição do ritmo de trabalho.

Define-se **consistência**, segundo Niebel e Freivalds (2009), como a habilidade de manter o mesmo ritmo ao longo do trabalho, sendo uma tendência à queda do ritmo ao longo do tempo de trabalho.

#### 2.2.4.2 Avaliação Sintética do Ritmo

Segundo Barnes (1977), o procedimento consiste em comparar os valores obtidos para o maior número possível de elementos com valores sintéticos para elementos correspondentes. Assim, o fator de ritmo para uma operação pode ser entendido por:

$$R = \frac{P}{A} \quad (5)$$

Onde:

- a) R é o fator de ritmo;
- b) P é o tempo sintético-padrão para o elemento;
- c) A é o tempo médio cronometrado para o elemento P.

#### 2.2.4.3 Avaliação Objetiva do Ritmo

Segundo Niebel e Freivalds (2009), o método de avaliação objetiva do ritmo, desenvolvido por Mundel e Danner (1994), elimina a dificuldade de estabelecer um ritmo padrão para cada tipo de trabalho.

Conforme Mundel (1966), a avaliação objetiva do ritmo é feita pela qualificação do ritmo de trabalho e o uso de um ajuste de dificuldades. A qualificação do trabalho é feita

comparativamente com o ritmo padrão. O ajuste de dificuldades é obtido por tabelas elaboradas experimentalmente que comparam os efeitos dos fatores que influenciam o esforço para a realização de uma atividade.

Segundo Niebel e Freivalds (2009), os fatores que influenciam no fator de correção são:

- a) Quantidade do corpo usado;
- b) Trabalho com os pés;
- c) Uso das duas mãos;
- d) Cordenação entre mãos e olhos;
- e) Manuseio de objetos ou requisitos sensoriais;
- f) Manuseio de pesos ou aplicação de força.

Por fim, calcula-se o fator de ritmo pela multiplicação do ritmo-padrão com o fator de correção:

$$R = P \times D \quad (6)$$

Onde:

- a) R é o ritmo do trabalho
- b) P é o ritmo padrão
- c) D é o fator de correção

#### *2.2.4.4 Avaliação da Velocidade*

Silva e Coimbra (1980, p.137), definem o procedimento de avaliação de ritmo por velocidade como o “julgamento do ritmo ou da velocidade dos movimentos do operador, em relação a um ritmo normal, avaliado como um fator.”. Normalmente, esse fator é expresso em porcentagem.

Segundo Barnes (1977), por tratar-se de uma avaliação de velocidade, necessita-se determinar um valor padrão de comparação. Afirmar que o tempo normal é o tempo que um operador qualificado executa uma operação padronizada, sem incentivos, não é suficiente para se ter uma idéia exata de como comparar. Assim, estabeleceram-se alguns padrões como forma de assessorar a avaliação, e criar no analista um “senso de ritmo”, do qual ele vai utilizar para fazer todas as suas avaliações.

Segundo Fullmann (1975), entende-se por ritmo normal o valor convencionado e definido para padrão de referência, usado pelo observador para avaliar o ritmo observado. Em Barnes (1977), têm-se alguns exemplos de ritmo normal:

- a) Andar 4827 m em 1h;
- b) Repartir um baralho em quatro pilhas em 0,50 min;
- c) Colocar trinta pinos em uma tábua perfurada em 0,41 min.

Para Niebel e Freivalds (2009), quando os operadores trabalham em ritmo entre 70% e 130% do padrão, um bom analista deve ser capaz de avaliar o ritmo dentro de uma margem de 5%. Para o autor, quatro fatores influenciam na obtenção consistente dessa margem de 5% pelos analistas:

- a) Experiência no trabalho analisado;
- b) Uso de valores sintéticos em pelo menos dois elementos;
- c) Seleção de operador que trabalhe com ritmo entre 85% e 115% do padrão;
- d) Uso da média de três ou mais estudos ou diferentes operadores.

Para Niebel e Freivalds (2009), tem-se no método da avaliação da velocidade com uso de valores sintéticos de referência, quando disponíveis, como o método mais fácil de ser aplicado, explicado e que apresenta os melhores resultados.

### ***2.2.5 Tempo Normal***

Para Niebel e Freivalds (2009), o tempo normal é considerado o tempo de duração do trabalho realizado por um operador qualificado. Os autores definem operador qualificado como sendo o operador experiente trabalhando sobre condições usuais de trabalho, em um ritmo não muito rápido e nem lento, mas representativo de um ritmo que possa ser mantido durante o dia de trabalho. O tempo normal pode então ser calculado pela fórmula:

$$\text{Tempo Normal} = \text{Tempo Observado} \times \frac{\text{Ritmo Avaliado}}{\text{Ritmo Normal}} \quad (7)$$

Para a avaliação de várias medições e determinação do tempo normal do elemento considerado, Silva e Coimbra (1980) determinam que se deva primeiramente nivelar os valores do tempo com as avaliações de ritmo e depois excluir valores com erros de leitura ou

avaliação, e obter o tempo normal com os valores nivelados por média aritmética ou valor nodal [maior frequência de aparições].

### **2.2.6 Tolerâncias**

O tempo normal, em concordância com Barnes (1977), é o tempo para um operador qualificado executar uma operação em ritmo normal. Esse tempo não apresenta nenhum acréscimo para corrigir as interrupções do trabalho. Barnes (1977) utiliza-se do termo “tolerância” para esse acréscimo do tempo. Já Fullmann (1975), prefere o termo “majorações”, e tanto Niebel e Freivalds (2009), quanto Silva e Coimbra (1980), adotam o termo “concessões”.

Por Fullmann (1975, p.122), justifica-se a majoração como “acréscimos de tempo que permitem compensar o consumo energético do trabalho, durante a jornada de trabalho, com permissões de repouso.”.

Barnes (1977) ressalta que a tolerância não deve ser considerada parte do fator de ritmo, devendo ser tratada separadamente.

Niebel e Freivalds (2009) apresentam uma classificação mais abrangente das concessões. Para os autores, pode-se dividir as concessões em Concessões Constantes<sup>1</sup>, Fadiga Variável<sup>2</sup> e Concessões Especiais<sup>3</sup>. Compõem as Concessões Constantes as Necessidades Pessoais<sup>4</sup> e a Fadiga Básica<sup>5</sup>. As Concessões Especiais compreendem as Esperas Inevitáveis<sup>6</sup> e Evitáveis<sup>7</sup> e todas as outras concessões cabíveis.

#### **2.2.6.1 Tolerâncias Constantes**

Para Niebel e Freivalds (2009), divide-se concessões constantes em Necessidades Pessoais e Fadiga Básica.

De acordo com Silva e Coimbra (1977), tem-se por Concessão para necessidades pessoais o tempo para o trabalhador atender a suas necessidades fisiológicas, a fim de manter

---

<sup>1</sup>Constant Allowances

<sup>2</sup>Variable Fatigue

<sup>3</sup>Special Allowances

<sup>4</sup>Personal Needs

<sup>5</sup>Basic Fatigue

<sup>6</sup>Unavoidable delay

<sup>7</sup>Avoidable delay



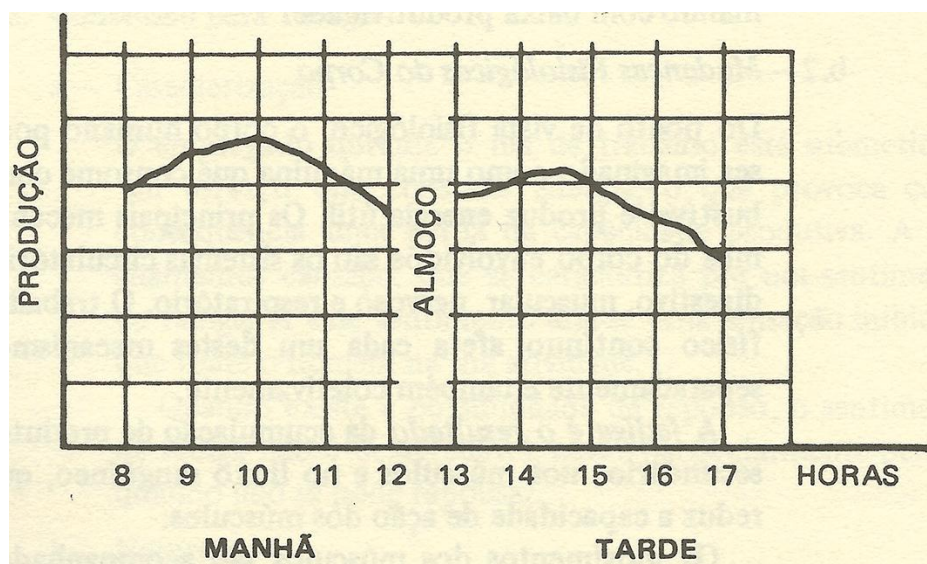
o seu bem estar. Niebel e Freivalds (2009) afirmam que não há base científica para o valor determinado para as necessidades pessoais, porém convencionou-se o valor de 5% de concessão de tempo.

Niebel e Freivalds (2009) defendem a concessão de 4% de tempo para o alívio da fadiga básica, que seria o gasto de energia durante a jornada de trabalho e para aliviar a monotonia. Barnes (1977) afirma que, com a melhoria nos métodos produtivos, como a redução da jornada de trabalho e a melhoria das máquinas, alguns tipos de trabalhos deixam de necessitar de tolerância para fadiga.

#### 2.2.6.2 Concessões Variáveis para Fadiga

De acordo com Niebel e Freivalds (2009), a fadiga atinge tanto o físico quanto o psicológico do operador, e sua consequência é a redução do trabalho. Conforme Silva e Coimbra (1977), concessão para fadiga é o tempo para permitir o operário recuperar-se da fadiga e manter um ritmo de trabalho constante. A figura 2 mostra a variação da produtividade de um operador com o passar das horas do dia.

Figura 2 – Variação da produtividade com o tempo



Fonte: Silva e Coimbra (1977)

Para Silva e Coimbra (1977), a fadiga pode apresentar-se como:

- Sensação de cansaço;
- Mudanças fisiológicas do corpo;

c) Diminuição da capacidade para a execução do trabalho.

De Peroni (1980), têm-se recomendações para reduzir-se a fadiga:

- a) Melhorar os métodos para diminuir os esforços musculares;
- b) Selecionar criteriosamente os operários para todas as funções;
- c) Treinar permanentemente os operários no seu posto de trabalho.

Segundo Niebel e Freivalds (2009), a completa influência da fadiga no trabalho ainda não foi descoberta. Porém, os autores apresentam estudos sobre a influência de alguns fatores causadores de fadiga e os respectivos valores de concessões de tempo.

#### 2.2.6.2.1 Gasto de Energia no Trabalho

Por Niebel e Freivalds (2009), têm-se que o gasto de energia durante a realização de uma atividade varia linearmente com os batimentos cardíacos do operador, conforme mostra a figura 3.

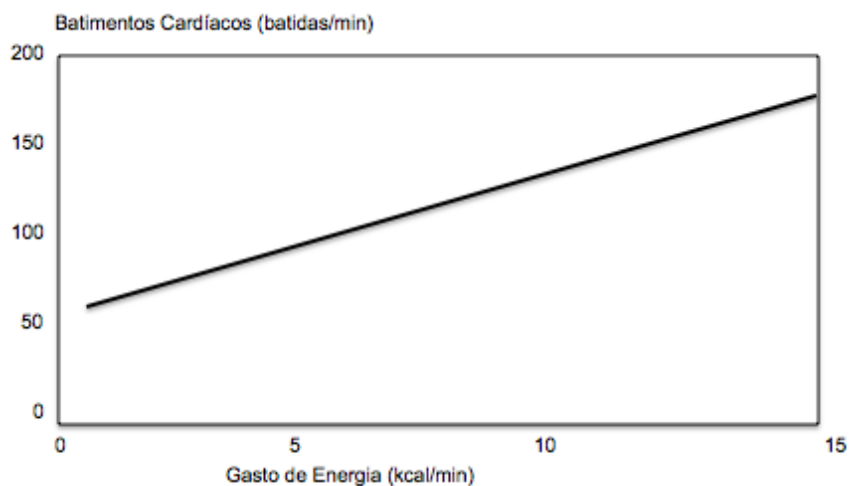
Em virtude disso, os autores apresentam uma fórmula para o cálculo da concessão para o gasto energético em função da variação dos batimentos cardíacos:

$$RA = \left( \frac{\Delta HR}{40} - 1 \right) \times 100 \quad (8)$$

Onde:

- a) RA é a tolerância em percentual do tempo normal.
- b)  $\Delta HR$  é diferença de batimentos entre o trabalho e em repouso

Figura 3 – Batimentos Cardíacos x Gasto de Energia



Fonte: Niebel e Freivalds (2009)

### 2.2.6.2.2 Uso de Força

Para o uso de força, Niebel e Freivalds (2009) apresentam fórmulas para o cálculo das tolerâncias que foram desenvolvidas por Rohmert (1973):

$$RA = 1800 \times \left(\frac{t}{T}\right)^{1.4} \times \left(\frac{f}{F} - 0,15\right)^{0.5} \quad (9)$$

$$T = \frac{1,2}{\left(\frac{f}{F} - 0,15\right)^{0,618}} - 1,21 \quad (10)$$

Onde:

- a) RA é a tolerância (% do tempo t)
- b) t é a duração da aplicação da força (min)
- c) f é a força imprimida (lb)
- d) F é a força máxima (lb)
- e) T é o máximo tempo de aplicação da força por força imprimida f (min)

Para Silva e Coimbra (1980) e Costa Júnior (2008), as tolerâncias de esforço físico podem ser concedidas de acordo com o quadro 1:

Quadro 1 – Determinação do Esforço Físico

Grau	% Abono	Atividade
Muito Leve	1,8	Trabalho sentado, serviço manual, operar pesos minúsculos, movimentos de braços e mãos.
Leve	3,6	Trabalho sentado, serviço manual, pequena movimentação do corpo, pequeno esforço com membros superiores ou inferiores.
Médio	5,4	Trabalho em pé, pequena movimentação, operar pesos médios.
Pesado	7,2	Trabalho em pé; pode haver movimentação em torno do local, carregar, puxar ou manter pesos.
Muito Pesado	9,0	Operar de modo aproximadamente contínuo com pesos grandes, movimentar-se por longos caminhos transportando pesos (até 20 kg)

Fonte: Adaptação de Silva e Coimbra (1980)

### 2.2.6.2.3 Condições Atmosféricas

De acordo com Niebel e Freivalds (2009), a tolerância para fadiga devido às condições ambientais é medida com o uso de um aparelho para a medida da temperatura de bulbo úmido como o da figura 4.

Figura 4 – Medidor de WBGT (temperatura de bulbo úmido)



Fonte: Google Imagens<sup>8</sup>

A tolerância para condições ambientais pode ser determinada pela fórmula:

$$RA = e^{(-41,5+0,0161W+0,497 \text{ WBGT})} \quad (11)$$

Onde:

- a) W é o gasto de energia (kcal/h)
- b) WBGT (IBUTG) é o índice de bulbo úmido – termômetro de globo (°F)

Conforme Barbosa Filho (2010), o cálculo da temperatura de bulbo úmido para trabalhos externos com exposição ao sol é dado pela fórmula:

$$IBTUG = 0,7 Tbn + 0,2 Tg + 0,1 Tbs \quad (12)$$

E para trabalhos internos ou externos sem exposição ao sol, a temperatura pode ser calculada pela fórmula:

<sup>8</sup>Disponível em: <<http://ksi.uconn.edu/prevention-strategies/wet-bulb-globe-temperature-monitoring/>> Acesso em 04 de maio de 2014.

$$IBTUG = 0,7 Tbn + 0,3 Tg \quad (13)$$

Tem-se que:

- a)  $Tbn$  é a temperatura natural do bulbo úmido ( $^{\circ}F$ ).
- b)  $Tg$  é a temperatura global ( $^{\circ}F$ ).
- c)  $Tbs$  é a temperatura do bulbo seco ( $^{\circ}F$ ).

Para Silva e Coimbra (1980) e Costa Júnior (2008), as tolerâncias de pelas condições ambientais podem ser concedidas de acordo com o quadro 2:

Quadro 2 – Condições Térmicas e Atmosféricas

Condições Ambientais					
Térmicas			Atmosféricas		
Tipo	Temperatura	%	Tipo	Descrição	%
Gelado	De $0^{\circ}$ a $7^{\circ}$ C	3,6	Boas	Local bem ventilado e ar fresco	0
Baixa	De $8^{\circ}$ a $15^{\circ}$ C	1,8	Razoáveis	Local mal ventilado; Presença de mal cheiro ou fumaça não tóxica	2,4
Normal	De $16^{\circ}$ a $26^{\circ}$ C	0			
Alta	De $27^{\circ}$ a $34^{\circ}$ C	1,8	Más	Alta concentração de pó tóxico; Uso obrigatório de máscara facial	5,6
Excessiva	De $35^{\circ}$ a $40^{\circ}$ C	3,6			

Fonte: Adaptado de Costa Júnior (2008)

Silva e Coimbra (1980) ressalta que os valores da tabela acima são para regiões onde a temperatura média anual é de  $20^{\circ}C$  e que os efeitos da ventilação devem ser considerados, ou seja, os valores da temperatura são de “sensação térmica”.

Costa Júnior (2008) apresenta os valores para a umidade conforme o quadro 3:

Quadro 3 – Umidade

Umidade		
Condições		%
Ambiente seco e agradável		0
Excessiva	Até $26^{\circ}C$	1,8
	Até $40^{\circ}C$	3,6

Fonte: Adaptado de Costa Júnior (2008)

### 2.2.6.2.3 Nível de Ruído

Segundo Barbosa Filho (2010), a exposição inadequada a níveis de ruídos pode acarretar problemas à saúde do trabalhador e afetar as suas habilidades técnicas, com a redução do seu rendimento, aumento do número de erros e da possibilidade de acidentes.

A legislação brasileira, com sua Norma Regulamentadora N°15 (NR-15) apresenta valores para a máxima exposição diária a determinados tipos de ruído, mostrados aqui na forma da tabela 4. A norma determina que não seja permitido o trabalho de indivíduos sujeitos a níveis de ruído superiores à 115 dB sem o devido uso de equipamento de proteção individual (EPI).

Tabela 4 – Limites de Tolerância para ruídos contínuos ou intermitentes

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: NR-15

Segundo Niebel e Freivalds (2009), a dose de ruído é composta pela soma de todas as frações de tempo de exposição do trabalhador a níveis de ruído e pode ser calculada pela fórmula:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots \leq 1 \quad (14)$$

Tem-se que:

- a) D é a dose de ruído;
- b) C é o tempo exposto a determinado nível de ruído (h);
- c) T é o tempo permitido para o tipo de nível de ruído (h).

Conforme Niebel e Freivalds (2009), para valores maiores que 1, deve-se conceder um tempo de repouso igual a uma percentual do dia de trabalho do operário. O cálculo deste repouso pode ser feito pela fórmula:

$$RA = 100 \times (D - 1) \quad (15)$$

Para Costa Júnior (2008), deve-se atribuir tolerância de 1,8% nos casos de ruído excessivo que obrigue o trabalhador a utilizar protetor auricular.

#### 2.2.6.2.4 Iluminação

Em conformidade com a norma técnica 5413 (NBR 5413), cada tipo de atividade visual apresenta uma faixa de valores recomendados para a iluminância, conforme o quadro 4:

Quadro 4 – Iluminâncias por classe de tarefas visuais

Classe		Iluminância (lux)	Tipo de Atividade
A	Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples.	20 – 30 – 50	Áreas públicas com arredores escuros.
		50 – 75 – 100	Orientação simples para permanência curta
		100 – 150 – 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos.
		200 – 300 – 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios.
B	Iluminação geral para área de trabalho	500 – 750 – 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
		1000 – 1500 – 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C	Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 – 3000 – 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno.
		5000 – 7500 – 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
		10000 – 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.

Fonte: NBR 5413/1992 (Adaptado pelo autor)

Para a determinação de tolerâncias em decorrência da escassez de iluminação, Niebel e Freivalds (2009) recomendam que para valores um pouco abaixo da faixa recomendada, próximos ao valor inferior da mesma, não se deve conceder tolerância de tempo. Para valores bem abaixo do recomendado, como em uma categoria (faixa) abaixo do recomendado, concede-se 2% de tolerância de tempo. E, para valores impróprios de iluminação, como duas ou mais faixas abaixo do recomendado, deve-se conceder 5% de tolerância de tempo.

#### 2.2.6.2.5 Esforço Visual

Niebel e Freivalds (2009) estabelecem como fatores que influenciam na visibilidade de um objeto a luz de fundo do objeto, o contraste, o tempo de observação e o tamanho do objeto medido em ângulo de visão. Blackwell (1959) apud Niebel e Freivalds (2009) quantifica esses valores para determinar o percentual de objetos detectados por um observador sujeito às variações desses fatores:

$$\%Det = 81 \times C^{0,2} \times L^{0,045} \times T^{-0,003} \times A^{0,199} \quad (16)$$

Tem-se que:

- a) %Det é o percentual de objetos detectados (0 – 100%)
- b) C é o contraste (0,001 – 1,8)
- c) L é a iluminação de fundo (1 – 100 fL)
- d) T é o tempo de exposição (0,01 – 1s)
- e) A é o ângulo visual (1 – 64 arc min)

Para Niebel e Freivalds (2009), trabalhos que geram valores até 95% de detecção são considerados com pouco acabamento e para esses trabalhos não se atribui nenhuma tolerância de tempo. Por trabalhos com valores entre 50% e 95%, entende-se que há uma necessidade por acabamento ou exatidão da tarefa e aplica-se uma tolerância de 2% no tempo normal. E, para trabalhos com valores abaixo de 50%, entende-se que se trata de um trabalho que requer bastante acabamento ou que seja bastante exato, atribuindo-se uma tolerância de 5%.



### 2.2.7 Tempo-Padrão

Fullmann (1975) define tempo padrão como o “tempo durante o qual um operador qualificado, normal, executa um determinado trabalho, segundo um método especificado, no qual se consideram as majorações ligadas ao trabalho”. A essa definição, Silva e Coimbra (1980) acrescentam que o trabalhador deve trabalhar com esforço médio durante todas as horas de sua jornada de trabalho. Em termos numéricos:

$$TP = Tobs \times AR \times Cs \quad (17)$$

Tem-se que:

- a) TP = tempo padrão
- b) Tobs = tempo observado
- c) AR = avaliação de ritmo
- d) Cs = concessão de esforços

### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1 O Processo

A empresa estudada divide-se em cinco setores de produção: Componentes, Infusão, Confecção, Pintura e Acabamento. Cada setor é responsável por uma etapa bem definida da fabricação da pá.

O setor de Componentes é fornecedor da Infusão e da Confecção. Este setor é o primeiro estágio de produção das pás e local onde são fabricadas as peças estruturais que sustentarão à união das duas cascas da pá.

O setor de Infusão recebe os componentes estruturais produzidos pelo setor Componentes e é o responsável pela produção da pá no seu estado mais bruto.

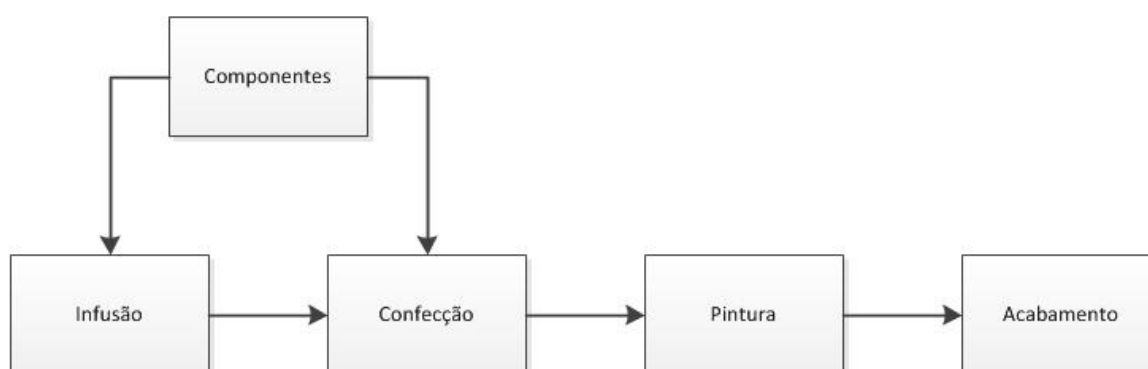
O próximo setor de produção é a Confecção. Este setor encarrega-se da instalação dos acessórios aerodinâmicos e da estrutura de fixação da pá eólica na turbina.

No setor de Pintura a pá eólica é submetida ao lixamento para remoção de imperfeições e a pintura final.

Por fim, o setor de acabamento é responsável pela instalação dos acessórios de proteção à avarias ambientais, como chuvas e raios e pela pesagem e balanceamento das pás que formam o set que será conectado à turbina eólica.

O relacionamento dos setores pode ser resumido como na figura 5.

Figura 5 – Relacionamento entre setores



Fonte: O autor

## **3.2 Estudo de Tempos**

O primeiro passo para a realização do estudo de tempos foi a padronização do trabalho. O método utilizado pela empresa para a produção segue os padrões de qualidade da matriz alemã. Este método é de conhecimento dos operários, que passam por treinamentos antes de serem alocados no chão de fábrica. Porém, por tratar-se de um produto novo, ainda não se pode afirmar que se trata da melhor forma de organização do trabalho.

Para a determinação do método com a melhor organização do trabalho, devem-se ter dados que corroborem com o método. A obtenção dos tempos de produção é uma das metodologias utilizadas para a identificação do melhor modelo de organização do trabalho. Portanto, para efeito do estudo, considera-se o método de organização do trabalho já estabelecido para a marcação do tempo. Com o andamento do estudo, podem-se evidenciar elementos inúteis e melhorias no processo e um novo modelo de organização do trabalho a ser proposto.

O passo seguinte compreende o acompanhamento da atividade para o detalhamento do trabalho e a identificação dos elementos e subelementos. Nesse momento, também foi realizado o levantamento dos materiais e ferramentas utilizadas. Foram abordados colaboradores explicando como seria a realização do trabalho de medição de tempo. Nesse momento, respondia-se qualquer dúvida em relação ao estudo.

Preenchia-se, então, a ficha de processo com as informações coletadas e considerava-se a atividade pronta para ser mensurada. Após a coleta de dados, alimentava-se uma planilha do Microsoft Excel, elaborada no modelo da folha de processo (será detalhada na próxima seção), com as informações e compilavam-se os dados.

### ***3.2.1 Coleta e Registro de Informações***

O trabalho de coleta de dados teve duração de quatro meses e envolveu todos os setores produtivos da fábrica. Para o registro das informações, utilizou-se do cronômetro digital (figura 6), a folha de processo e a tabela de tolerâncias.

Para a coleta do tempo, optou-se por utilizar a cronometragem contínua e adotar a menor medida como o minuto, uma vez que os processos tem duração superior a 40 minutos e muitos se prolongam por horas, o erro provocado por desprezar os segundos é irrisório.

Figura 6 – Cronômetro digital utilizado no estudo



Fonte: O Autor

A folha de processo elaborada apresenta o conjunto de informações necessárias para a identificação do estudo e o cálculo do tempo-padrão e esta representada na figura 7:

a) Identificação da peça;

- Código de identificação da folha de processo;
- Nome do produto (modelo da pá);
- Setor;
- Nome da peça;
- Número da peça;
- Nome do operador;
- Data;
- Número da Folha;

b) Identificação do estudo;

- Elementos e subelementos;
- Ferramentas, dispositivos e equipamentos;

c) Dados;

- Avaliação de ritmo (AR);
- Correção de repouso (CR);
- Tempo do elemento (TE);
- Tempo normal (TN);
- Tempo padrão (TP);
- Número de operários (N° OP);
- Minuto x Homem (M x H) e Horas x Homem

Figura 7 – Folha de Processo

FOLHA DE PROCESSO																						
Código:	-			Data:	05/03/2014																	
Produto:	-			Número da Folha:	1 de 3																	
Sector:	Acabamento			Operador:	-																	
Peça:	-			Número da Peça:	-																	
Elementos	Sub elementos	Ferramentas	Equipamento	Tempo Padrão																		
				1	N	2	N	3	N	4	N	5	N	6	N	7	MxH	N	OP	TE	AR	TN
Montagem da Cinta e Fixação da Caixa de Descarga.	Oscilar e cortar cinta	lixa P120 Mirka	esmerilhadeira																			
	Ajustar na pá, marcar e furar	marreta; broca de 13 mm	Parafusadeira ; Furadeira	0	1	12	2	35									58	3	19	0,90	17	
	Fixar caixa de descarga		Parafusadeira ; Furadeira																			
Montagem da Capa de Chuva	Cortar e amarrar a peça	disco de corte	Parafusadeira ; Furadeira																			
	Ajustar gabarito	cinta com cratraca	-	0	2	17	3	27	1	49	2	58				104	3	35	0,90	31		
	Furar e fixar	-	-																			
Fixação das Escovas do Spoiler e Aplicação do Selante	Preparar área do spoiler	disco de corte	Lixadeira																			
	Marcar e cortar escovas	broca de 5 mm																				
	Fixar escovas no spoiler	-	Parafusadeira ; Rebitadeira	0	3	13	2	28	3	41	2	51	2	78		182	3	61	0,90	55		
	Aplicar selante nos acessórios	-	Pistola Pneumática																			
Montagem da Tampa	Desparafusar tampa pré-montada	Chave 17 e 13	Parafusadeira																			
	Posicionar tampa e fixar as cantoneiras	Soquete 24 e 17	Parafusadeira Pneumática	0	1	4	2	23								42	3	14	0,90	13		
	Parafusar tampa	-	-																			
Pesagem	Posicionar suporte e transportar pá para a balança																					
	Realizar 3 medições	-	Ponte Rolante	0	2	7	3	17	2	20						50	3	17	0,95	16	1,16	
	Retirar a pá da balança																					
Balanceamento	Marcar e furar a pá																					
	colocar chumbo nas caixas de balanceamento	-	Furadeira	0	2	14										28	3	9	0,90	8		
	preparar e aplicar resina																					
Repesagem	Posicionar suporte e transportar pá para a balança																					
	Realizar 3 medições	-	Ponte Rolante	0	2	7	3	16	2	26						61	3	20	0,90	18		
	Retirar a pá da balança																					
	Fechar furo do balanceamento																					
Finalização	Furo e instalação do pino para-raios lateral	-	Parafusadeira ; Furadeira																			
	Selar tampa em todos os parafusos	-	-																			
	Selar internamente as escovas do Spoiler	-	Pistola Pneumática																			
	Colocar tampa do furo do ponto de içamento	-	-	0	2	15	1	54	2	58	1	64	2	82	1	120	157	3	52	0,85	44	
	Colar itens de identificação da pá	-	-																			
	Limpeza	-	Ar comprimido																			
	Fechamento da tampa da pá.	Chave 17 e 13	Parafusadeira Pneumática																			
Observações																Resultado Geral						
																TEMPO ELEMENTO:		227,33				
																TEMPO NORMALIZADO:		202,82				
																T.PADRÃO ( Mins ):		235,27				
																T.PADRÃO ( Hs ):		3,92				
																HORAS HOMEM		11,76				

Fonte: Adaptado da empresa pelo autor

No momento da medição do tempo, fez-se também a concessão das correções de repouso, com a avaliação das condições de trabalho conforme será discutido na seção de tolerâncias.

### ***3.2.2 Elementos e Subelementos***

Para a análise de processos com tempos muito longos, tornou-se necessário a divisão do processo em elementos. Para cada setor da empresa estudada, o processo pode ser dividido em elementos bem definidos. Estes elementos são detalhados em subelementos para as atividades que compõem a tarefa. Como referenciado no capítulo anterior, os dados coletados durante o processo de medição podem servir como base para a padronização de instruções de trabalho.

No setor de acabamento, as operações realizadas são de montagem dos acessórios de proteção às avarias climáticas, como chuvas e raios, e a pesagem e balanceamento das pás para a determinação do momento de rotação e o a quantidade de peso a ser adicionado para balancear o set de cada turbina eólica. Sendo assim, tem-se que as atividades do acabamento são elementos com tempos variáveis.

Podem-se ser divididas as operações do acabamento nos seguintes elementos e subelementos:

- a) Montagem da Cinta e Fixação da Caixa de Descarga
  - Oscilar e cortar cinta para a largura da pá;
  - Ajustar na pá, marcar e furar;
  - Fixar caixa de descarga e conectar com a cinta.
- b) Montagem da Capa de Chuva
  - Cortar e amarrar a capa de chuva à pá;
  - Ajustar gabarito de posicionamento da capa de chuva;
  - Furar e fixar a capa de chuva à pá.
- c) Fixação das Escovas do Spoiler e Aplicação do Selante
  - Preparar área do Spoiler;
  - Marcar e cortar escovas;
  - Fixar escovas no Spoiler;
  - Aplicar selante nos acessórios;

d) Montagem da Tampa

- Desparafusar tampa pré-montada;
- Posicionar tampa na pá e fixar as cantoneiras;
- Parafusar tampa.

e) Pesagem

- Posicionar suporte na pá e transporta-la para a balança;
- Realizar três medições do peso;
- Retirar a pá da balança;

f) Balanceamento

- Marcar e furar a pá na posição das caixas de balanceamento;
- Colocar chumbo nas caixas de balanceamento;
- Preparar e colocar resina nas caixas de balanceamento;

g) Repesagem

- Posicionar suporte e transportar pá para a balança;
- Realizar três medições do peso;
- Retirar a pá da balança;
- Fechar furo do balanceamento.

h) Finalização

- Furo e instalação do pino para-raios lateral;
- Selar tampa em todos os parafusos;
- Selar internamente as escovas do Spoiler;
- Colocar tampa do furo do ponto de içamento;
- Colar itens de identificação da pá (adesivos, etiquetas e placas);
- Limpeza;
- Fechamento da tampa da pá.

O Elemento “Finalização” envolve todas as atividades de acabamento finais da pá para sair para o pátio.

Os subelementos identificam as atividades que compõem cada elemento, com a finalidade de auxiliar no estabelecimento de padrões e instruções de trabalho da empresa.

Observa-se que, embora separados, os elementos de pesagem, balanceamento e repesagem podem ser tratados como um só elemento, pela natureza intrínseca do processo de pesagem.

### ***3.2.3 Determinação do Número de Ciclos Utilizados***

Para a determinação do número de ciclos a serem cronometrados no processo, levou-se em consideração o tempo dos elementos e a disponibilidade para medição.

O tempo de produção da pá eólica em estudo é superior a uma semana. Os elementos do processo apresentam, em sua maioria, tempos superiores a 40 minutos e, por Niebel e Freivalds (2009), tem-se que três medições são suficientes para a padronização do tempo.

Outro fato determinante na escolha de três medições foi a disponibilidade para a medição. Como o intuito era expandir o trabalho para todos os setores da fábrica, e tendo o tempo de produção da pá superior a uma semana, constatado pela produção, o estudo para a padronização do tempo com mais de três medições demoraria um tempo que a gerência optou por não disponibilizar, estando ciente do aumento da variabilidade dos resultados com essa decisão.

### ***3.2.4 Avaliação de Ritmo***

Para a avaliação do ritmo, adotou-se o método da análise por velocidade. Com isso, baseado na avaliação do ritmo do operador com o ritmo considerado normal para a atividade, definiu-se o ritmo do trabalho em valor percentual.

Para a realização dessa etapa, o colaborador foi instruído sobre manter um ritmo de trabalho em que ele fosse capaz de manter durante todo o dia. Esse ritmo não poderia ser nem muito lento, nem muito rápido, respeitando a fadiga do trabalhador.

Conforme Niebel e Freivalds (2009), instruir o trabalhador a trabalhar em um ritmo que gire em torno do ideal reduz as chances de erros de medição na avaliação de ritmo, e aumenta as chances do erro de avaliação ficar dentro da faixa de 5% de erro, valor considerado bom para a análise.

Para elementos envolvendo mais de um operador, avaliava-se o ritmo do grupo de trabalhadores, em vez de cada um individualmente.

### ***3.2.5 Determinação das Tolerâncias***

Em razão do número de processos muito alto e o tempo reduzido, escolheu-se por conceder as tolerâncias de repouso baseado na tabela 9, por tratar-se de um método mais



dinâmico de concessão de tolerância e respaldado por Costa Júnior (2008). Durante a medição dos tempos, fazia-se também a avaliação das condições de trabalho e ambientais para a determinação das tolerâncias. Para a determinação da temperatura e umidade, a fábrica possui em diversos pontos aparelhos como o da figura 8 que registram e exibem esses valores:

Figura 8 – Um dos *data loggers* de temperatura e umidade da fábrica



Fonte: O autor

Para os esforços físicos, foi determinada uma concessão de 5,4 %, conforme o quadro 5, devido ao trabalho ser realizado em pé, com levantamento de pequenas cargas e pouca movimentação. Para os esforços mentais, determinou-se uma tolerância de 1,8 %, em virtude de o trabalho exigir atenção nas operações de montagem e balanceamento, embora a operação de balanceamento seja acompanhada por inspetores de qualidade. Tem-se que não há uma carga mental no operário que justifique maiores tolerâncias.

Com relação a temperatura, tem-se que a temperatura no setor não sai da faixa de 26°C até 34 °C, constatado pelo *data logger* durante as medições, portanto a tolerância concedida foi de 1,8 %. Para a umidade, determinou-se que o valor não estava alto no momento da medição e não foi concedido nenhum tempo por excesso de umidade. O setor de balanceamento apresenta boa ventilação e não necessita de acréscimo de tempo. Toda a fábrica possui a obrigação do uso de equipamento de proteção individual devido a grande quantidade de máquinas operando nos setor. Por esse motivo, concede-se 1,8% de tolerância por ruído.

Somando-se a essas concessões, deve-se conceder 5% de tempo para as necessidades pessoais do operador, como ir ao banheiro e hidratar-se. Portanto, para a atividade em questão, concedeu-se um acréscimo de 16% no tempo normal de operação.

Quadro 5 – Aplicação de concessão de repouso para o setor de acabamento

Esforços				Condições Ambientais								
Trabalho	Físico	Mental		Térmicas		Atmosféricas			Outras			
	%	%		Temperatura	%	Local		%	Ruído (R)	Baixo Nível	0	
Muito leve	1,80			0 A 7°	3,6	Bem ventilado	0	X			Que obrigue uso de protetor	1,8
Leve	3,60		0,60	8 A 15°	1,8	Mal ventilado ou com fumaça leve	2,4		Umidade (U)	Ambiente seco e agradável	0	X
Médio	5,40	X	1,80	X	16 A 25°					0		
Pesado	7,20		3,00		26 A 34°	1,8	X			Alta (> 25°C)	3,6	
Muito Pesado	9,00			35 A 40°	3,6	Muita fumaça ou Pó, que obrigue uso da máscara		5,6	Vibração (V)	Do solo ou da máquina	1,8	-
Necessidades Pessoais				5,0								

Fonte: Adaptado da empresa pelo autor.

### 3.2.6 Cálculo do Tempo - Padrão

#### 3.2.6.1 Minuto x Homem

Para atividades envolvendo mais de um operador, necessita-se padronizar a forma de tratar o tempo de trabalho, independente do número de trabalhadores operando. Com essa finalidade, utiliza-se o cálculo do “minuto x homem” (MxH).

Para o cálculo do M x H, registrou-se durante a medição do tempo, os momentos das alterações no número de operário trabalhando nos elementos. Observaram-se alguns fatores que levavam a essa alternância no número de operadores:

- Problemas técnicos: Alguns problemas técnicos como a falta de material ou a quebra de uma máquina ou ferramenta findam por remover o operador do seu posto de trabalho.
- Necessidades Pessoais: O operador pode ausentar-se para sanar necessidades de ordem pessoal, como ir ao banheiro, tomar água, etc.

Sendo assim, o valor dos tempos dos elementos para o setor do balanceamento com o registro do número de operadores pode ser visto no quadro 6. Os valores das colunas

designadas pela letra “N” representam o número de trabalhadores operando nos elementos, e as colunas numeradas de 1 a 7 registram o momento (tempo) dessa mudança.

Para o cálculo do MxH, deve-se subtrair os valores dos tempos e multiplicar pelo número de operadores trabalhando nesse tempo. Assim, por exemplo, tem-se para o cálculo do M x H do elemento “Montagem da cinta e fixação da caixa de descarga”:

$$MxH = (12 - 0) \times 1 + (35 - 12) \times 2 = 58 \text{ minutos} \times \text{homem}$$

Os valores encontrados para minuto-homem do setor acabamento encontram-se no quadro 6.

Quadro 6 – Valores de MxH encontrados

Elementos	Cálculo do Minuto x Homem														
	M	1	N	2	N	3	N	4	N	5	N	6	N	7	MxH
Montagem da Cinta e Fixação da Caixa de Descarga	1	0	1	12	2	35									58
	2	0	1	10	2	33									56
	3	0	1	15	2	37									59
Montagem da Capa de Chuva	1	0	2	17	3	27	1	49	2	58					104
	2	0	2	15	3	33	2	48							114
	3	0	3	8	2	13	3	27	2	43					108
Fixação das Escovas do Spoiler e Aplicação do Selante	1	0	3	13	2	28	3	41	2	51	2	78			182
	2	0	2	35	3	52	2	85							187
	3	0	2	30	3	37	2	45	3	54	2	79			174
Montagem da Tampa	1	0	1	4	2	23									42
	2	0	2	22											44
	3	0	2	23											46
Pesagem	1	0	2	7	3	17	2	20							50
	2	0	3	19											57
	3	0	3	17											51
Balanceamento	1	0	2	14											28
	2	0	2	14											28
	3	0	2	17											34
Repesagem	1	0	2	7	3	16	2	26							61
	2	0	2	5	3	17	2	25							62
	3	0	3	14	2	26									66
Finalização	1	0	2	15	1	54	2	58	1	64	2	82	1	120	157
	2	0	2	39	1	65	2	80	1	95					149
	3	0	1	15	2	25	1	50	3	64	1	96	2	105	152

Fonte: O autor

### 3.2.6.2 Tempo Elemento (TE)

Obtém-se o tempo do elemento pela divisão do  $M \times H$  pelo número de operários designados para a atividade. Dessa forma, o tempo do elemento “Montagem da cinta e fixação da caixa de descarga” para quando três operários estiverem trabalhando é de:

$$TE = \frac{M \times H}{\text{Número de operadores}} = \frac{58 \text{ minutos} \times \text{homem}}{3 \text{ homens}} = 19,33 \text{ minutos}$$

Repete-se o cálculo para todos os elementos do setor.

### 3.2.6.3 Tempo Normal (TN)

Para o cálculo do tempo normal, deve-se multiplicar o tempo de cada elemento com o seu respectivo valor da avaliação de ritmo (AR). Para o elemento “Montagem da cinta e fixação da caixa de descarga”, tem-se:

$$TN = TE \times AR = 19,33 \times 0,9 = 17,4 \text{ minutos}$$

Porém, esse é o tempo normal para uma medição do elemento, para se determinar o tempo normal do elemento, faz-se a média aritmética dos tempos normais das medições, assim:

$$TN = \frac{TN_1 + TN_2 + TN_3}{3} = \frac{17,4 + 16,8 + 17,7}{3} = 17,3 \text{ minutos}$$

### 3.2.6.4 Tempo Padrão (TP)

Para o cálculo do tempo padrão, deve-se multiplicar o valor do tempo normal calculado pela devida correção de repouso (CR). Para o setor de acabamento, o valor da correção de repouso é 16%. Portanto, para o elemento “Montagem da cinta e fixação da caixa de descarga”, tem-se:

$$TP = TN \times CR = 17,3 \times 1,16 = 20,0 \text{ minutos}$$

Como a menor medida considerada é o minutos, despreza-se os segundos e tem-se que o tempo padrão do elemento é 20 minutos. Para a obtenção dos tempos padrão para todos os elementos, repete-se a operação.

Os valores encontrados para os tempos do setor acabamento encontram-se no quadro 7.

Quadro 7 – Tempos do setor Acabamento

Elementos	Tempos								
	M	MxH	N OP.	TE	AR	TN(x)	TN	CR	TP
Montagem da Cinta e Fixação da Caixa de Descarga	1	58	3	19	0,9	17	17	1,16	20
	2	56	3	19	0,9	17			
	3	59	3	20	0,9	18			
Montagem da Capa de Chuva	1	104	3	35	0,9	31	33		38
	2	114	3	38	0,9	34			
	3	108	3	36	0,9	32			
Fixação das Escovas do Spoiler e Aplicação do Selante	1	182	3	61	0,9	55	55		64
	2	187	3	62	0,85	53			
	3	174	3	58	1	58			
Montagem da Tampa	1	42	3	14	0,9	13	13		15
	2	44	3	15	0,85	12			
	3	46	3	15	0,85	13			
Pesagem	1	50	3	17	0,95	16	16		18
	2	57	3	19	0,85	16			
	3	51	3	17	0,9	15			
Balanceamento	1	28	3	9	0,9	8	9		10
	2	28	3	9	0,9	8			
	3	34	3	11	0,85	10			
Repesagem	1	61	3	20	0,9	18	19		22
	2	62	3	21	0,9	19			
	3	66	3	22	0,9	20			
Finalização	1	157	3	52	0,85	44	47		54
	2	149	3	50	1	50			
	3	152	3	51	0,9	46			

.Fonte: O autor

### 3.2.6.5 Cronograma de Produção

O cronograma de produção foi elaborado como resultado dos tempos padronizados com o estudo. Foi elaborado para o setor em estudo um cronograma e distribuído próximo aos locais de produção, conforme a figura 9, como forma de orientar os operários e os supervisores e líderes de produção sobre o cumprimento dos horários estabelecidos e não atrasar a produção.

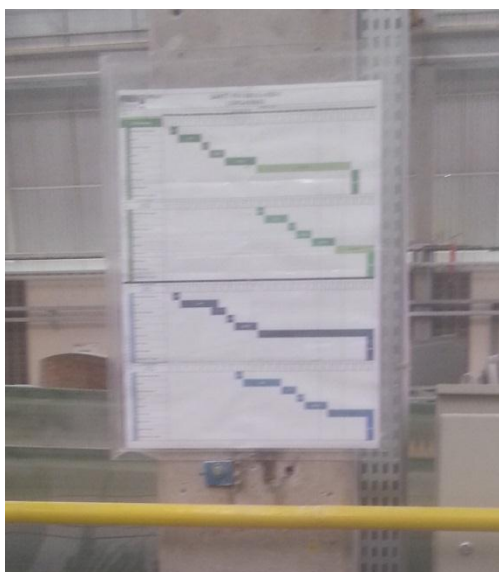
No setor de acabamento, fez-se um levantamento das dependências dos elementos para a determinação da sequência de trabalho, conforme a tabela 5. Observa-se que os elementos seguem uma sequência linear de operação, com pouca margem para variação além da ordem dos três primeiros elementos. Fez-se a ordenação dos três primeiros elementos por ordem de tempo, sendo o menor tempo o primeiro elemento. Fez-se essa escolha para evitar longos períodos de trabalho nas primeiras horas de trabalho.

Tabela 5 – Relação de dependência entre os elementos

Legenda	Elemento	Dependência
A	Montagem da cinta e fixação da caixa de descarga	-
B	Montagem da capa de chuva	-
C	Fixação das escovas do spoiler e aplicação do selante	-
D	Montagem da tampa	A,B,C
E	Pesagem	A,B,C,D
F	Balanceamento	A,B,C,D,E
G	Repesagem	A,B,C,D,E,F
H	Finalização	A,B,D,D,E,F,G

Fonte: O autor

Figura 9 – Cronograma de produção exposto na fábrica



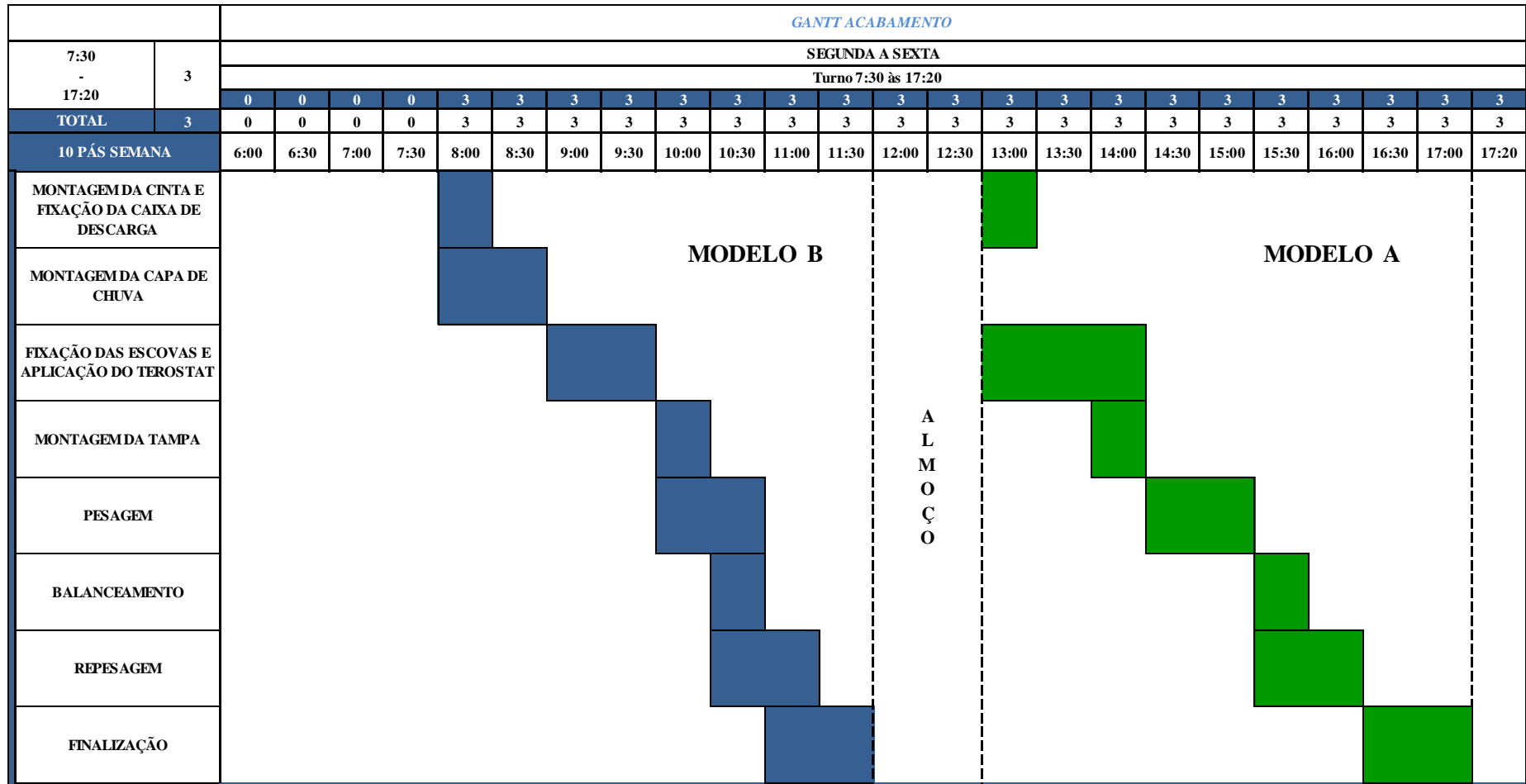
Fonte: O autor

Após os levantamentos dos tempos e das dependências, organizaram-se os elementos de modo a permitir o cumprimento das atividades, respeitando-se os horários de almoço dos funcionários. O cronograma do setor Acabamento encontra-se na figura 10.

Algumas considerações podem ser feitas sobre o cronograma:

- a) Tem-se que os tempos utilizados para o modelo de pá A, foram os tempos calculados em estudos de tempos prévios, já padronizados pela empresa.
- b) O turno inicia-se às 7:30, porém as operações apenas começam às 8 horas. Nesse intervalo de tempo, tem-se a realização do Diálogo Diário de Segurança (DDS) entre os colaboradores e o líder do setor, a organização do setor e conferência de material para as atividades do dia.
- c) Os operários tem direito à uma hora de almoço e este horário foi respeitado, sendo realizado de 12 às 13 horas.
- d) A divisão do tempo nos cronogramas é feita com intervalos de 30 minutos com o objetivo de facilitar a visualização do horário das atividades e o entendimento do quadro pelo operador.
- e) Em razão da divisão em intervalos de 30 minutos, algumas atividades coincidem dentro do mesmo intervalo de tempo. O colaborador deve estar ciente que deve trabalhar em todas as atividades, e não se limitar a uma delas.

Figura 10 – Cronograma de Produção



Fonte: Adaptado da empresa pelo autor



#### **4. CONCLUSÃO**

Conforme apresentado no estudo de caso, os tempos-padrão dos elementos foram calculados e, a partir dos dados calculados, pode-se elaborar um cronograma de produção para o setor que atendesse às demandas da empresa e as necessidades dos colaboradores.

Destaca-se que o cronograma de operações proposto foi aceito pela direção e adotado no setor. Embora, por vezes, teve-se o início do processo atrasado em decorrência de atrasos dos outros setores, o tempo de cada elemento e, por consequência, o tempo total de operação manteve-se fiel ao estudo, demonstrando que os tempos-padrão encontrados refletem a realidade.

O estudo realizado propôs a necessidade de apenas três funcionários para o setor de Acabamento, provando que os mesmos eram capazes de realizar as atividades planejadas no prazo determinado. Isto representa uma redução no número de operários do setor que, no momento, conta com a presença de cinco colaboradores.

## REFERÊNCIAS

- BARNES, R. M.; **Estudo de Tempos e Movimentos: projeto e medida do trabalho.** Tradução da 6ª ed. Americana. Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota; revisão técnica Miguel de Simoni e Ricardo S. da Fonseca. 6. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977
- COSTA JÚNIOR, E. D. **Gestão em Processos Produtivos.** Curitiba: Ibplex, 2008.
- FULLMANN, C. **Estudo do trabalho.** 2 ed. São Paulo: IMAN, 1975. 186 p. Serie Qualidade e produtividade do IMAM
- MUNDEL, M. E. **Estudo de movimentos e tempos: Princípio e prática.** Ed. Mestre Jou, 1966
- NIEBEL, B. and FREIVALDS, A., 2009, **Methods, Standards, and Work Design**, 12th Edition, McGraw-Hill, Boston, MA.
- NR, Norma Regulamentadora. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15 - Atividades e Operações Insalubres.** 2011. Disponível em <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm>> Acesso em 7 de Maio de 2014.
- PERONI, W. J. **Estudo de tempos e movimentos.** Manuais CNI, 1980.
- TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica.** 8. Ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- SILVA, A. V., COIMBRA, R. R. C. **Manual de Tempos e Métodos.** São Paulo: Hemus, 1980.
- SILVA, E. L, MENEZES, E. M., **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4 ed. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2005.